

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-129130
(43)Date of publication of application : 08.05.2003

(51)Int.Cl. C21D 1/42
H05B 6/10

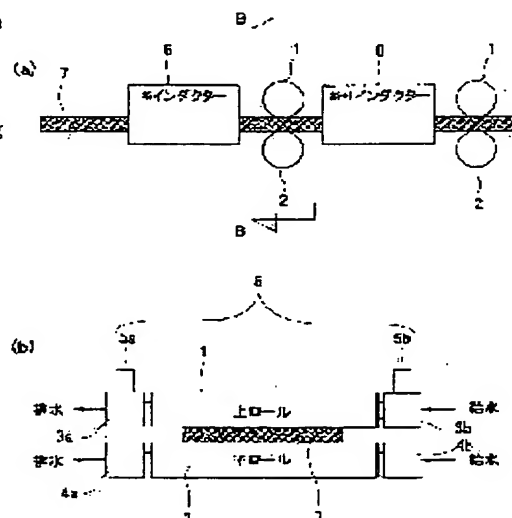
(21)Application number : 2001-320427 (71)Applicant : NKK CORP
(22)Date of filing : 18.10.2001 (72)Inventor : SEKINE HIROSHI
SUZUKI NOBUTSUGU
TAKANE AKIRA
FUJIBAYASHI TERUO
WATANABE ATSUSHI

(54) HEAT TREATMENT EQUIPMENT FOR THICK STEEL PLATE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide heat treatment equipment for a thick steel plate, which uniformizes a temperature distribution in a plate thickness direction and a plate width direction, and does not generate deformation originating from heat distortion in the plate.

SOLUTION: The heat treatment equipment for the thick steel plate, which arranges several solenoid type induction heating devices in series, is characterized by arranging a table roll of an internal cooling type and a press roll of the internal cooling type so as to mutually face in a vertical direction, on the outlet side of the each solenoid type induction heating device.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.02.2003
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The thermal treatment equipment of the steel plates characterized by carrying out vertical opposite and installing an internal intercooling-type table roll and an internal intercooling-type presser-foot roll in each solenoid mold induction heating apparatus appearance side in the thermal treatment equipment of the steel plates which have arranged two or more solenoid mold induction heating apparatus to the serial.

[Claim 2] The thermal treatment equipment of the steel plates characterized by installing the pinch roll for edge cooling which is from a vertical internal intercooling-type roll on each solenoid mold induction heating apparatus appearance side in the thermal treatment equipment of the steel plates which have arranged two or more solenoid mold induction heating apparatus to the serial.

[Claim 3] The thermal treatment equipment of the steel plates characterized by installing the internal intercooling-type ** roll for steel-plates end-face cooling in each solenoid mold induction heating apparatus appearance side in the thermal treatment equipment of the steel plates which have arranged two or more solenoid mold induction heating apparatus to the serial.

[Claim 4] Internal intercooling-type the pinch roll for edge cooling is the thermal treatment equipment of the steel plates according to claim 2 which presuppose that it is movable crosswise and are characterized by restraining the edge section of steel plates by the width of face which corresponds by 2 to 5 times the board thickness.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the thermal treatment equipment of hardening of steel plates and the steel plates which anneal and are used in heat treatment processes, such as annealing.

[0002]

[Description of the Prior Art] In heat treatment processes, such as hardening of steel plates, annealing, and annealing, in order to carry out rapid heating of the steel plates, when using an induction heating apparatus, since the induced current generates it in the steel plate surface section since processed material is a ferromagnetic in ordinary temperature, and the surface section is rapidly heated compared with the interior of a steel plate except for stainless steel, it is necessary to consider the following points.

(1) It is necessary to prevent deformation by heat distortion by minimizing the degree difference of stoving temperature on the rear face of a steel plate table. When processed material deforms within a solenoid mold induction heating apparatus (following inductor) by heat distortion, there is a possibility of damaging equipment.

[0003] This is because the serious defect for about [that it becomes impossible to pass a down-stream inductor] and quality will be generated if the deformation accompanying the distortion and it of an ingredient by the degree difference of stoving temperature on the rear face of a table is not prevented when serial arrangement of the solenoid mold inductor is carried out and continuation heating is carried out between the table rolls as an ingredient conveyance means. When straightening machines, such as a leveler, are arranged for this heat distortion and the technique to remove was also examined, there are the following troubles.

** Between inductors comes to be long by the leveler captain, and causes temperature lowering by split material.

** Generally, since there are many under-from top roll rolls, a leveler starts the next heating, with a front flesh-side temperature gradient attached.

** If a leveler is arranged for every inductor, an installation cost will increase and it will become uneconomical.

(2) It is necessary to make the temperature distribution of the direction of the board width into homogeneity by minimizing the degree difference of stoving temperature of the center of a plate, and a plate edge. According to this, drawing 5 shows that the induced current (sneak current) also generates the plate cross-section corner section into a surface part (board thickness and the direction of the board width), and since the induced current flows from both board thickness and the board width in the corner section, joule generation of heat will take place, and the edge section will carry out the temperature rise of it. Generally a temperature rise occurs in the edge section of the width of face which is equivalent to about 2 to 5 times of about 20-100mm, i.e., board thickness, from the edge section, and it has a big adverse effect on quality.

[0004] In case steel plates are heat-treated using an induction heating apparatus, the conventionally following proposals are made about the technique for carrying out homogeneity heating of the processed material.

[0005] The cure is shown in JP.48-25237,A about temperature ununiformity prevention of the point back end of a plate longitudinal direction when two or more solenoid mold induction heating apparatus have been arranged to the serial.

[0006] Moreover, if it is heating below the Curie point, it is shown to Provisional Publication No. No. 64534 [48 to] by mutual heating of low frequency induction heating and high-frequency induction heating that the uniform temperature up of an inequality thickness cross-section ingredient is possible.

[0007] On the other hand, the approach of injecting cooling water as a cure of crosswise uneven heating into the part to which the plate edge was restricted, and cooling the elevated-temperature section of a plate edge is shown in Provisional Publication No. No. 25239 [48 to].

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, there are the following problems in the above-mentioned conventional technique.

[0009] First, by the approach of JP.48-25237,A, the whole plate cross section cannot be heat-treated to homogeneity, but neither the plate deformation by heat distortion nor generating of the temperature distribution in the direction of board thickness can be prevented.

[0010] Moreover, by the approach of Provisional Publication No. No. 64534 [48 to], if it is heating below the Curie point, uniform temperature up of an inequality thickness cross-section ingredient is made possible with mutual heating of low frequency induction heating and high-frequency induction heating, but when heated ingredient board thickness is thin, there is a problem which cannot do sufficient temperature up. In the case of low frequency induction heating about 50-200Hz near commercial frequency, as shown in a bottom type (1), this In order for heat input power to decline in proportion to a frequency and to acquire still more sufficient field, it is necessary to take a current enormously. It is difficult to consider as the heating apparatus materialized industrially from the lower limit of the board thickness which can be heated if a heating frequency is low existing (for example, a lower limit being set to about 17mm when it is the heating frequency of 200Hz). Therefore, heat treatment of the steel plates which have various thickness with this technique is difficult.

[0011]

$P = \pi \mu f H^2$ and $S-L-Q \dots (1)$

where P : heating absorption power, μ : permeability, and f : a frequency, H : magnetic field strength, S : ingredient cross section, L : ingredient length, and Q : absorption coefficient are shown.

[0012] Although it will be thought by the approach of Provisional Publication No. No. 25239 [48 to] that appropriate effectiveness is acquired if a proper quantity of cooling water is injected on a plate edge. The edge width of face and the amount of fault heating fault heating is carried out [the amount] in heat treatment of steel plates by the relation between the board thickness of heated material and a heating frequency change. If it is difficult to inject cooling water neither more nor less only into the edge part according to this and there is much amount of water, supercooling will arise, and if the edge width of face which injects cooling water is not suitable, the problem of crosswise temperature distribution not being improved will be produced. Moreover, the problem of a spark crack occurring is also in a conveyance roll from insulating lowering of problems, such as aggravation of the surface quality by injecting cooling water, and sudden change of construction material, the problem of insulating management of the induction heating apparatus by using water, and an ingredient and a conveyance roll.

[0013] The object of this invention solves the trouble of the above conventional techniques, attains equalization of the temperature distribution of the direction of board thickness, and the direction of the board width, and is to offer the thermal treatment equipment of the steel plates which deformation by heat distortion does not generate further.

[0014]

[Means for Solving the Problem] That is, the thermal treatment equipment of the steel plates of this invention has the following descriptions.

[0015] (1) The thermal treatment equipment of the steel plates characterized by carrying out vertical opposite and installing an internal intercooling-type table roll and an internal intercooling-type presser-foot roll in each solenoid mold induction heating apparatus appearance side in the thermal treatment equipment of the steel plates which have arranged two or more solenoid mold induction heating apparatus to the serial.

[0016] (2) The thermal treatment equipment of the steel plates characterized by installing the pinch roll for edge cooling which is from a vertical internal intercooling-type roll on each solenoid mold induction heating apparatus appearance side in the thermal treatment equipment of the steel plates which have arranged two or more solenoid mold induction heating apparatus to the serial.

[0017] (3) The thermal treatment equipment of the steel plates characterized by installing the internal intercooling-type ** roll for steel-plates end-face cooling in each solenoid mold induction heating apparatus appearance side in the thermal treatment equipment of the steel plates which have arranged two or more solenoid mold induction heating apparatus to the serial.

[0018] (4) Internal intercooling-type the pinch roll for edge cooling is the thermal treatment equipment of steel plates given in the above (2) which presupposes that it is movable crosswise and is characterized by restraining the edge section of steel plates by the width of face which corresponds by 2 to 5 times the board thickness.

[0019]

[Embodiment of the Invention] It is view drawing where drawing 1 shows 1 operation gestalt of the thermal treatment equipment of the steel plates of this invention, drawing 1 (a) meets a side elevation and drawing 1 (b) meets the B-B line in drawing 1 (a).

[0020] The cooling system of drawing 1 has the internal water cooling type presser-foot roll 1 which is a top roll, and the internal water cooling type table roll 2 which is a bottom roll. Said internal water cooling type presser-foot roll 1 is supported by bearings 3a and 3b, and said internal water cooling type table roll 2 is respectively supported by bearings 4a and 4b. Moreover, said bearings 3a and 3b are held at a lifting device 5, make it go up and down the internal water cooling type presser-foot roll 1, and enable it to adjust spacing between the internal water cooling type presser-foot roll 1 and the internal water cooling type table roll 2, and the rolling draft of the internal water cooling type presser-foot roll 1 by making it go up and down bearings 3a and 3b with this lifting device 5.

[0021] Water is supplied to cooling water by said internal water cooling type presser-foot roll 1 through bearing 3b, and after this cooling water flows the presser-foot roll 1 interior and cools a roll, it is drained from bearing 3a.

[0022] Moreover, water is supplied to cooling water by said internal water cooling type table roll 2 through bearing 4b, and after this cooling water flows the table roll 2 interior and cools a roll, it is drained from bearing 4a.

[0023] Said lifting devices 5a and 5b are for carrying out pin CHINGU of the steel plates 7 with *****, an upper roll, and a bottom roll at the top-face section of steel plates 7, and usually drive the internal water cooling type presser-foot roll 1 by the pneumatic cylinder.

[0024] Next, actuation and an operation of the thermal treatment equipment of the steel plates of the above-mentioned operation gestalt are explained.

[0025] In heat treatment processes, such as hardening of steel plates, annealing, and annealing, continuation heating of the steel plates is carried out by the inductor of a serial.

[0026] It cools carrying out full roll pressing down of the ingredient with the cooling system by the internal water cooling type presser-foot roll 1 and the internal water cooling type table roll 2 which are shown in each inductor appearance side at drawing 1.

[0027] Carrying out roll pressing down, by cooling, the degree difference of stoving temperature on the rear face of a steel plate table can be minimized, and deformation by heat distortion can be prevented. Moreover, it also has the effectiveness of reducing the degree difference of stoving temperature of the center of a plate, and a plate edge.

[0028] Drawing 2 shows the result investigated by the case where it cools carrying out roll pressing down of the relation between the board thickness of steel plates, and a soaking time required to carry out soak of the steel plates which have the board thickness with the cooling system by the internal water cooling type presser-foot roll and the internal water cooling type table roll, and the case where a cooling system is not used. Here, a soaking time is time amount taken for the steel plate surface section and the interior of a steel plate where temperature is low where temperature is high to become the same temperature in the direction of board thickness with heat transfer. When cooling according to this, carrying out roll pressing down with the cooling system mentioned above, since a steel plate front face can be cooled to front flesh-side identitas with roll contact heat transfer, it is steel plates of 50mm of board thickness, and the required soaking time in an air cooling without blower can shorten this place for about 2 seconds for 20 seconds. Consequently, it becomes miniaturizable [the facility by the ability to shorten shortening of heat treatment time amount, or distance between inductors].

[0029] Furthermore, since a gone up part of heating by the following inductor can be greatly set up by reducing steel plate surface temperature compulsorily, it also becomes possible to perform rapid heating.

[0030] Moreover, a steel plate temperature gradient with a width-of-face mid gear becomes large so that drawing 3 shows the result

of having investigated the relation of the temperature gradient of steel plate temperature with the width-of-face mid gear in a crosswise location with steel plates and the edge section of a steel plate is approached, but it is cooling carrying out roll pressing down from the upper and lower sides, and the reduction effectiveness of a crosswise temperature gradient is acquired, so that especially the edge section is approached with roll contact heat transfer.

[0031] It is view drawing where drawing 4 shows other operation gestalten of the thermal treatment equipment of the steel plates of this invention, drawing 4 (a) meets a side elevation and drawing 4 (b) meets the B-B line in drawing 4 (a).

[0032] The cooling system of drawing 4 has the pinch roll A which consists of rolls 8 and 9 for the object for up edge cooling, and lower edge cooling. Said roll 8 for up edge cooling is supported by bearings 10a and 10b, and said roll 9 for lower edge cooling is respectively supported by bearings 11a and 11b. Moreover, said bearings 10a and 10b are held at a lifting device 5, make it go up and down the roll 8 for up edge cooling, and enable it to adjust spacing between the roll 8 for the object for up edge cooling, and lower edge cooling, and 9, and the rolling draft of the roll for up edge cooling by making it go up and down bearings 10a and 10b with this lifting device 5. Moreover, a lifting device 5 is supported by the engine frame 13, and an engine frame 13 moves an engine frame according to the migration device 12 made movable crosswise [steel plate] in the fixed base 14 top. Although drawing 4 (b) shows the piece edge of the direction of the board width, it has structure with the same said of other piece edges.

[0033] One or more sets of such pinch rolls A are arranged in a steel plate feed direction at each appearance side of two or more sets of the inductors arranged at the serial. Although 1 set is arranged here, 2 or more sets may be arranged. In addition, with this operation gestalt, opposite arrangement of the internal water cooling type presser-foot roll 1 and the table roll 2 of an internal water cooling type has already been carried out between inductors, and the pinch roll A which consists of rolls 8 and 9 further for the object for up edge cooling and lower edge cooling is arranged. Although the pinch roll A has been arranged between the internal water cooling type presser-foot roll 1 by which opposite arrangement is carried out, the table roll 2 of an internal water cooling type, and a latter inductor, you may arrange between the internal water cooling type presser-foot roll 1 by which opposite arrangement is carried out with the inductor of the preceding paragraph, and the table roll 2 of an internal water cooling type.

[0034] Water is supplied to cooling water through bearing 10b by said roll 8 for internal water cooling type up edge cooling, and after this cooling water flows the roll 8 interior for up edge cooling and cools a roll, it is drained from bearing 10a.

[0035] Moreover, water is supplied to cooling water through bearing 11b by said roll 9 for internal water cooling type lower edge cooling, and after this cooling water flows the roll 9 interior for lower edge cooling and cools a roll, it is drained from bearing 11a.

[0036] Said lifting devices 5a and 5b are for carrying out pin CHINGU of the steel plates 7 with *****, a top roll, and a bottom roll in the edge upper part of steel plates 7, and usually drive the roll 8 for up edge cooling by the pneumatic cylinder.

[0037] Said migration device 12 is to move an engine frame 13 crosswise and for the roll 8 for up edge cooling and the roll 9 for lower edge cooling restrain the edge section of steel plates by the width of face which corresponds by 2 to 5 times the board thickness.

[0038] Next, actuation and an operation of the thermal treatment equipment of the steel plates of the above-mentioned operation gestalt are explained.

[0039] In heat treatment processes, such as hardening of steel plates, annealing, and annealing, continuation heating of the steel plates is carried out by the inductor of a serial.

[0040] To each inductor appearance side, it counters as the object for front faces, and an object for rear faces, the roll for edge cooling of an internal water cooling type shown in drawing 4 is arranged, the roll for edge cooling is contacted only to a part for an edge fault heating unit, and contact heat transfer performs edge cooling.

[0041] As for internal intercooling-type the roll for edge cooling, it is desirable to suppose that it is movable crosswise according to the steel-plates board width, and to restrain the edge section of steel plates by the width of face which corresponds by 2 to 5 times the board thickness. At this time, the lap die length of the board width of the roll for edge cooling and steel plates which is the range of edge cooling may measure the width of face for a fault heating unit with a crosswise thermometer, even if it determines the amount of laps for every ingredient, it is not cared about, and like may two-dimensional heat-conduction solve an equation, and it may presume a part for the fault heating unit of the edge section. It is required to fully cool a roll, in order to cool with contact heat transfer, and to secure sufficient temperature gradient to an ingredient.

[0042] Although equalization of temperature is in drawing in this invention by cooling the steel plate by which fault heating was carried out, the policy which heats the cross direction to homogeneity is also considered with devising the property of an inductor as follows. However, all have a demerit and are lacking in implementability.

** In order to make regularity board thickness/depth of penetration (t/δ), change a heating frequency for every board thickness of the ingredient heated.

[0043] In order to take the large manufacture range and to change resonance frequency, it is necessary to change the power capacitor for the impedance matching of a mass induction heating apparatus, and an inverter oscillation electrical potential difference, and an equipment design is difficult.

** When a heating frequency cannot be changed, it will be necessary to prepare much heating apparatus with which frequencies differ, and the number of an inductor will increase substantially. Moreover, to rational arrangement become impossible or control edge temperature distribution combining two or more heating frequencies, it is necessary to perform very complicated count to a large quantity, and system cost goes up.

** Demagnetization of the edge part by auxiliary coils, such as a magnetic focusing child (flux diverter), etc. reduces about [making an inductor into complicated structure] or total heating effectiveness. Moreover, it is not the large power sense.

[0044] Drawing 6 shows other operation gestalten of the thermal treatment equipment of the steel plates of this invention, drawing 6 (a) is a front view and drawing 6 (b) is a top view.

[0045] The cooling system of drawing 6 has the ** roll 15 for steel-plates end-face cooling of two. Said ** roll 15 is supported by bearings 16a and 16b. Said bearings 16a and 16b are supported by the engine frame 13, and an engine frame 13 moves an engine frame according to the migration device 12 made movable crosswise [steel plate] in the fixed base 14 top. Although drawing 6 shows the piece edge of the direction of the board width, it has structure with the same said of other piece edges.

[0046] Water is supplied to cooling water through bearing 16a by said ** roll 15 for internal water cooling type steel-plates end-face cooling, and after this cooling water flows the ** roll 15 interior and cools a roll, it is drained from bearing 16b.

[0047] Said migration device 12 is for pushing in so that an engine frame 13 may be moved crosswise and the ** roll 15 for steel-plates end-face cooling may touch the end face of steel plates 7.

[0048] Next, actuation and an operation of the thermal treatment equipment of the steel plates of the above-mentioned operation gestalt are explained.

[0049] In heat treatment processes, such as hardening of steel plates, annealing, and annealing, continuation heating of the steel plates is carried out by the inductor of a serial.

[0050] The internal intercooling-type ** roll for steel-plates end-face cooling shown in each inductor appearance side at drawing 6 is contacted to a steel-plates end face, and it cools.

[0051] When carrying out induction heating of the steel plates, according to drawing 5, it turns out that it is heated by the same depth of penetration as the center of the cross direction to the end face of a plate. Since this is heated in respect of [direction / of board thickness / both / the direction of the board width, and] a plate edge, it shows that end-face cooling is required in order to mean that temperature is higher than any part in a steel plate and to prevent fault heating. Therefore, the effectiveness that cooling to which a ** roll contacts [make] a steel-plates end face is big is acquired.

[0052] With the operation gestalt shown in drawing 6, this ** roll can be simultaneously arranged in a serial in or more 2 steel-plate travelling direction, a steel-plates end face can be pressed down, and a role (ingredient centering function) of a side guide can also be given. In an actual inductor, since the method conditions of crosswise infinite distance are not satisfied when heating steel plates broad enough to solenoid width of face, it must take into consideration that the magnetic flux (the cross direction and the vertical direction) of an inductor edge also contributes to edge heating.

[0053] Since the magnetic-path length of the both ends of steel plates differs by right and left, drawing 7 is the explanatory view showing producing **** in a steel plate. In order to prevent such ****, a centering function is required in induction heating of steel plates.

[0054] The equipment which carried out vertical opposite and installed an internal-intercooling-type table roll and an internal-intercooling-type presser-foot roll as shown in drawing 1 by this invention as having stated above, the equipment which installed the pinch roll for edge cooling which consists of a vertical internal-intercooling-type roll as shown in drawing 4, and the equipment which installed the internal-intercooling-type ** roll for steel-plates end-face cooling as shown in drawing 6 may combine and use according to the object, and it may use independently.

[0055]

[Effect of the Invention] Equalization of the temperature distribution of the direction of board thickness and the direction of the board width is attained using an efficient induction heating apparatus, and from a split to a thick material, it is at the heating termination event without generating deformation by the heat distortion of an ingredient, curvature, and meandering, and very accurate uniform heating can be realized in board thickness and the direction of the board width.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is view drawing where 1 operation gestalt of the thermal treatment equipment of the steel plates of this invention is shown, drawing 1 (a) meets a side elevation and drawing 1 (b) meets the B-B line in drawing 1 (a).

[Drawing 2] The graph which shows the relation between the board thickness of steel plates, and a soaking time required to carry out soak of the steel plates which have the board thickness

[Drawing 3] The graph which shows the result of having investigated the relation between a crosswise location with steel plates, and the steel plate temperature in a width-of-face mid gear and the temperature gradient of the steel plate temperature in a certain crosswise location

[Drawing 4] It is view drawing where other operation gestalten of the thermal treatment equipment of the steel plates of this invention are shown, drawing 4 (a) meets a side elevation and drawing 4 (b) meets the B-B line in drawing 4 (a).

[Drawing 5] The explanatory view showing that the induced current (sneak current) also generates the plate cross-section corner section into a surface part (board thickness and the direction of the board width)

[Drawing 6] Other operation gestalten of the thermal treatment equipment of the steel plates of this invention are shown, drawing 6 (a) is a front view and drawing 6 (b) is a top view.

[Drawing 7] The explanatory view showing producing *** in a steel plate since the magnetic-path length of the both ends of steel plates differs by right and left

[Description of Notations]

- 1 Presser-Foot Roll
- 2 Table Roll
- 3a Bearing
- 3b Bearing
- 4a Bearing
- 4b Bearing
- 5 Lifting Device
- 5a Lifting device
- 5b Lifting device
- 6 Solenoid Mold Induction Heating Apparatus (Inductor)
- 7 Steel Plates
- 8 Roll for Edge Cooling
- 9 Roll for Edge Cooling
- 10a Bearing
- 10b Bearing
- 11a Bearing
- 11b Bearing
- 12 Migration Device
- 13 Engine Frame
- 14 Fixed Base
- 15 ** Roll for Steel-Plates End-Face Cooling
- 16a Bearing
- 16b Bearing

[Translation done.]

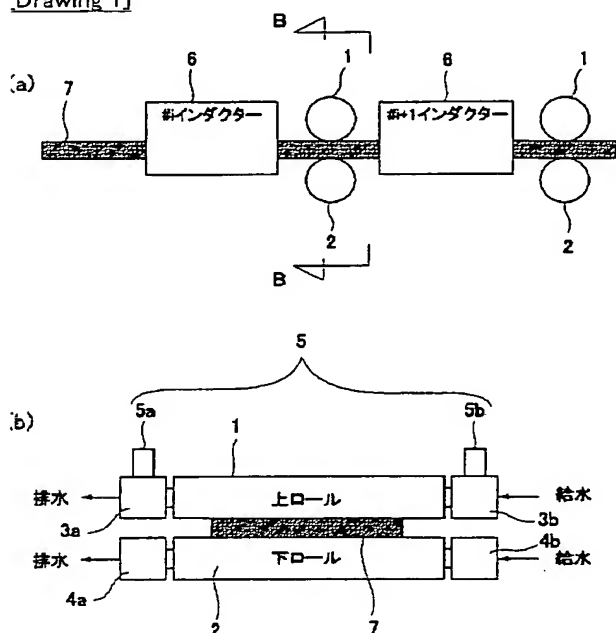
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

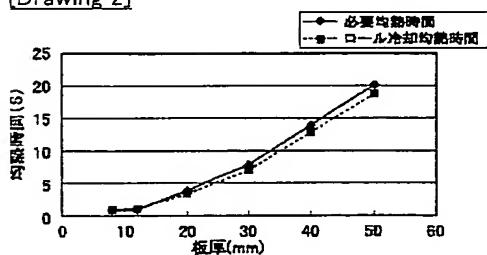
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

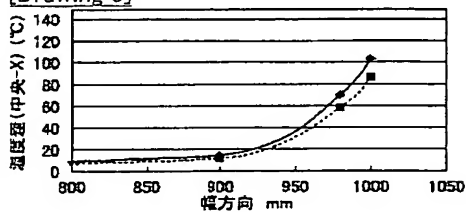
[Drawing 1]



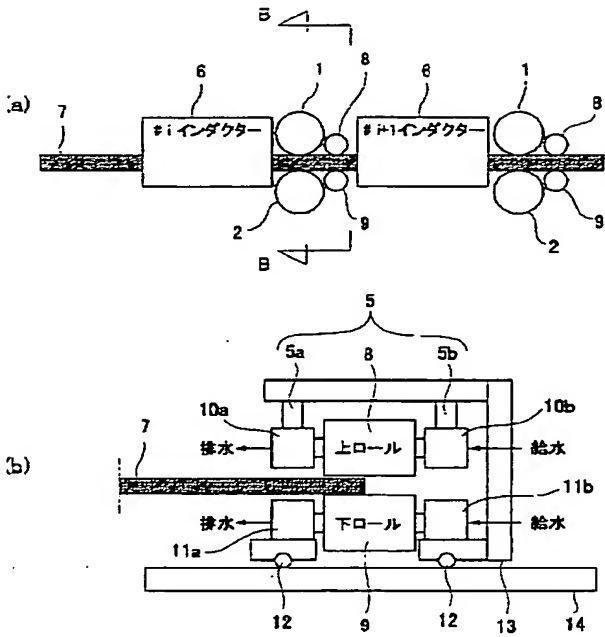
[Drawing 2]



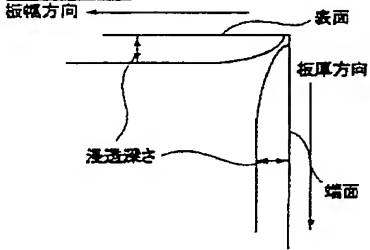
[Drawing 3]



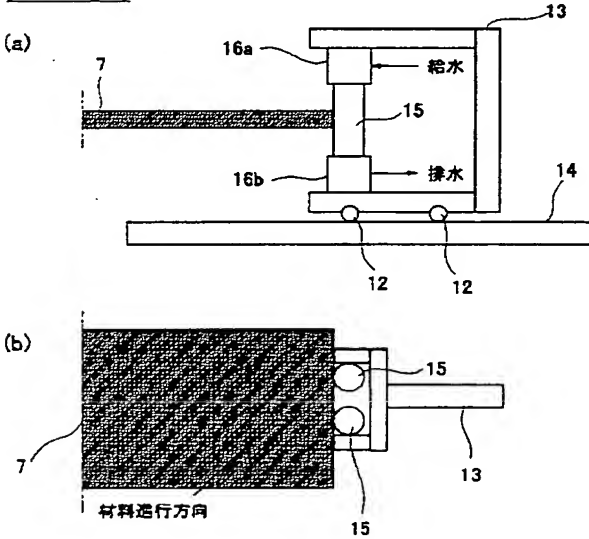
[Drawing 4]



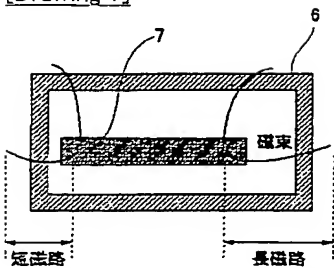
[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-129130

(P2003-129130A)

(43) 公開日 平成15年5月8日 (2003.5.8)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード (参考)

C 2 1 D 1/42

C 2 1 D 1/42

H 3 K 0 5 9

H 0 5 B 6/10

3 8 1

H 0 5 B 6/10

3 8 1

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-320427 (P2001-320427)

(22) 出願日 平成13年10月18日 (2001.10.18)

(71) 出願人 000004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72) 発明者 関根 宏

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(72) 発明者 鈴木 宣嗣

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(74) 代理人 100116230

弁理士 中濱 泰光

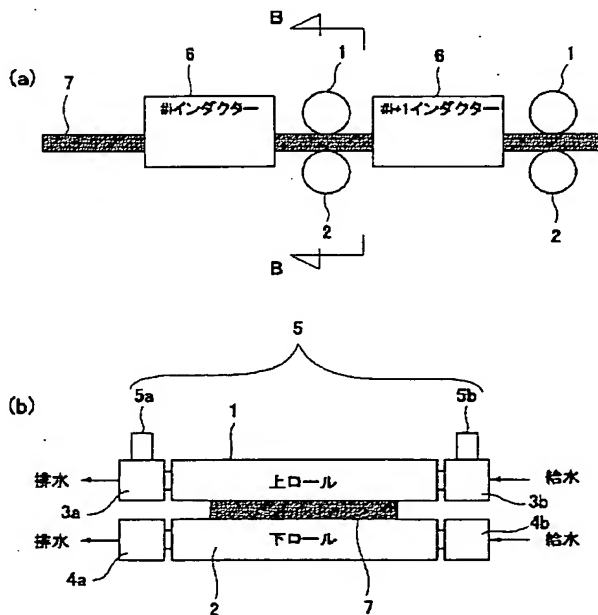
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 厚鋼板の熱処理装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明の目的は、板厚方向および板幅方向の温度分布の均一化を図り、さらに加熱歪による変形が発生しない厚鋼板の熱処理装置を提供することにある。

【解決手段】 複数台のソレノイド型誘導加熱装置を直列に配置した厚鋼板の熱処理装置において、各ソレノイド型誘導加熱装置出側に内部冷却式のテーブルロールと内部冷却式の押えロールを上下対向して設置することを特徴とする厚鋼板の熱処理装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数台のソレノイド型誘導加熱装置を直列に配置した厚鋼板の熱処理装置において、各ソレノイド型誘導加熱装置出側に内部冷却式のテーブルロールと内部冷却式の押えロールを上下対向して設置することを特徴とする厚鋼板の熱処理装置。

【請求項2】 複数台のソレノイド型誘導加熱装置を直列に配置した厚鋼板の熱処理装置において、各ソレノイド型誘導加熱装置出側に内部冷却式の上下ロールからなるエッジ冷却用ピンチロールを設置することを特徴とする厚鋼板の熱処理装置。

【請求項3】 複数台のソレノイド型誘導加熱装置を直列に配置した厚鋼板の熱処理装置において、各ソレノイド型誘導加熱装置出側に内部冷却式の厚鋼板端面冷却用縦ロールを設置することを特徴とする厚鋼板の熱処理装置。

【請求項4】 内部冷却式のエッジ冷却用ピンチロールは、幅方向に移動可能とし、厚鋼板のエッジ部を板厚の2～5倍に相当する幅で拘束することを特徴とする請求項2に記載の厚鋼板の熱処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は厚鋼板の焼入れ、焼鈍し、焼戻しなどの熱処理プロセスにおいて用いられる厚鋼板の熱処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】厚鋼板の焼入れ、焼鈍、焼戻しなどの熱処理プロセスにおいて、厚鋼板を急速加熱するために誘導加熱装置を用いる場合、ステンレスを除き被処理材は常温で強磁性体であることから、鋼板表層部に誘導電流が発生し、表層部が鋼板内部に比べて急激に加熱されるため以下のような点に配慮する必要がある。

(1) 鋼板表裏面の加熱温度差を最小化することにより、加熱歪による変形を防止する必要がある。被処理材が加熱歪によりソレノイド型誘導加熱装置（以下インダクター）内で変形した場合、装置を破損させるおそれがある。

【0003】これは、材料搬送手段としてのテーブルロール間にソレノイド型インダクターを直列配置して連続加熱した場合、表裏面の加熱温度差による材料の歪とそれに伴う変形を防止しないと、下流のインダクターを通過できなくなるばかりか、品質に重大な欠陥を発生させてしまうからである。この加熱歪をレベラー等の矯正機を配置して、除去する技術も検討したところ、以下のような問題点がある。

①インダクター間がレベラー機長分長くなり、薄物材で温度低下を招く。

②レベラーは一般に上ロールより下ロールの数が多いため、表裏温度差を付けたまま次の加熱に入る。

* ③レベラーをインダクター毎に配置すると設備費が増大して不経済になる。

(2) 板中央と板エッジの加熱温度差を最小化することにより、板幅方向の温度分布を均一にする必要がある。図5は板断面コーナー部（板厚、板幅方向共に）も表層部分に誘導電流（回り込み電流）が発生することを示すもので、これによれば、コーナー部には板厚、板幅の両方から誘導電流が流れるためジュール発熱が起こって、エッジ部が温度上昇することになる。一般的に、エッジ部から20～100mm程度すなわち板厚の2～5倍程度に相当する幅のエッジ部で温度上昇が発生し、品質に大きな悪影響を与える。

【0004】厚鋼板を誘導加熱装置を用いて熱処理する際に、被処理材を均一加熱するための技術に関しては、従来以下のような提案がなされている。

【0005】特開昭48-25237号には、ソレノイド型誘導加熱装置を直列に複数個配置した時の板長手方向の先後端の温度不均一防止について対策が示されている。

【0006】また、特開昭48-64534号には、キュリー点以下の加熱であれば低周波数誘導加熱と高周波数誘導加熱の交互加熱により不等厚断面材料の均一な昇温が可能であることが示されている。

【0007】一方、特開昭48-25239号には、幅方向不均一加熱の対策として、板エッジの限られた部分に冷却水を噴射して板エッジの高温部を冷却する方法が示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来技術には次のような問題がある。

【0009】まず、特開昭48-25237号の方法では、板断面全体の熱処理を均一に行うことができず、加熱歪による板変形や板厚方向での温度分布の発生を防止することができない。

【0010】また、特開昭48-64534号の方法では、キュリー点以下の加熱であれば低周波数誘導加熱と高周波数誘導加熱の交互加熱により不等厚断面材料の均一な昇温が可能であるとしているが、被加熱材料板厚が薄い場合は十分な昇温ができない問題がある。これは約50～200Hzの商用周波数付近の低周波数誘導加熱の場合、下式(1)に示すように、入熱電力が周波数に比例して低下しさらに十分な磁界を得るためには電流を莫大にとる必要があること、加熱周波数が低いと加熱できる板厚の下限値が存在すること（例えば加熱周波数200Hzの場合、下限値は約17mmとなる）から、工業的に成立する加熱装置とすることは難しい。したがってこの技術では多種の厚みを有する厚鋼板の熱処理は困難である。

【0011】

$$P = \pi \cdot \mu \cdot f \cdot H^2 \cdot S \cdot L \cdot Q \quad \dots (1)$$

ここで、 P ：加熱吸収電力、 μ ：透磁率、 f ：周波数、 H ：磁界の強さ、 S ：材料断面積、 L ：材料長、 Q ：吸収係数を示す。

【0012】特開昭48-25239号の方法では、板エッジに適正な量の冷却水を噴射すればそれなりの効果が得られると考えられるが、厚鋼板の熱処理では被加熱材の板厚と加熱周波数との関係によって過加熱されるエッジ幅や過加熱量が変化し、これに応じてそのエッジ部分にのみ過不足なく冷却水を噴射することは困難であり、水量が多ければ過冷却が生じ、冷却水を噴射するエッジ幅が適切でなければ幅方向温度分布が改善されないなどの問題を生じる。また冷却水を噴射することによる表面品質の悪化、材質の急変といった問題、水を用いることによる誘導加熱装置の絶縁管理の問題や、材料及び搬送ロールの絶縁性低下から搬送ロールにスパーク疵が発生するなどの問題もある。

【0013】本発明の目的は、上記のような従来技術の問題点を解決し、板厚方向および板幅方向の温度分布の均一化を図り、さらに加熱歪による変形が発生しない厚鋼板の熱処理装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明の厚鋼板の熱処理装置は以下のような特徴を有する。

【0015】(1) 複数台のソレノイド型誘導加熱装置を直列に配置した厚鋼板の熱処理装置において、各ソレノイド型誘導加熱装置出側に内部冷却式のテーブルロールと内部冷却式の押えロールを上下対向して設置することを特徴とする厚鋼板の熱処理装置。

【0016】(2) 複数台のソレノイド型誘導加熱装置を直列に配置した厚鋼板の熱処理装置において、各ソレノイド型誘導加熱装置出側に内部冷却式の上下ロールからなるエッジ冷却用ピンチロールを設置することを特徴とする厚鋼板の熱処理装置。

【0017】(3) 複数台のソレノイド型誘導加熱装置を直列に配置した厚鋼板の熱処理装置において、各ソレノイド型誘導加熱装置出側に内部冷却式の厚鋼板端面冷却用縦ロールを設置することを特徴とする厚鋼板の熱処理装置。

【0018】(4) 内部冷却式のエッジ冷却用ピンチロールは、幅方向に移動可能とし、厚鋼板のエッジ部を板厚の2～5倍に相当する幅で拘束することを特徴とする上記(2)に記載の厚鋼板の熱処理装置。

【0019】

【発明の実施の形態】図1は本発明の厚鋼板の熱処理装置の一実施形態を示すもので、図1(a)は側面図、図1(b)は図1(a)中のB-B線に沿う矢視図である。

【0020】図1の冷却装置は、上ロールである内部水冷式押えロール1と、下ロールである内部水冷式テーブルロール2とを有している。前記内部水冷式押えロール

1は軸受け3a、3bに、前記内部水冷式テーブルロール2は軸受け4a、4bに各々支持されている。また、前記軸受け3a、3bは昇降装置5に保持され、この昇降装置5により軸受け3a、3bを昇降させることにより内部水冷式押えロール1を昇降させ、内部水冷式押えロール1と内部水冷式テーブルロール2間の間隔および内部水冷式押えロール1の圧下量を調整できるようにしている。

【0021】前記内部水冷式押えロール1には軸受け3bを通じて冷却水が給水され、この冷却水は押えロール1内部を流れてロールを冷却した後、軸受け3aより排水される。

【0022】また、前記内部水冷式テーブルロール2にも軸受け4bを通じて冷却水が給水され、この冷却水はテーブルロール2内部を流れてロールを冷却した後、軸受け4aより排水される。

【0023】前記昇降装置5a、5bは、内部水冷式押えロール1を厚鋼板7の上面部に押当て、上ロールと下ロールとで厚鋼板7をピンチングするためのもので、通常エアシリンダーで駆動される。

【0024】次に、上記実施形態の厚鋼板の熱処理装置の動作および作用を説明する。

【0025】厚鋼板の焼入れ、焼鈍、焼戻しなどの熱処理プロセスにおいて、厚鋼板を直列式のインダクターで連続加熱する。

【0026】各インダクター出側に図1に示す内部水冷式押えロール1と内部水冷式テーブルロール2による冷却装置で材料を全幅ロール圧下しながら冷却する。

【0027】ロール圧下しながら冷却することにより、鋼板表裏面の加熱温度差を最小化できて、加熱歪による変形を防止できる。また、板中央と板エッジの加熱温度差を低減させる効果も有している。

【0028】図2は、厚鋼板の板厚と、その板厚を有する厚鋼板を均熱するのに必要な均熱時間との関係を、内部水冷式押えロールと内部水冷式テーブルロールによる冷却装置でロール圧下しながら冷却する場合と、冷却装置を用いない場合とによって調べた結果を示すものである。ここで、均熱時間とは、温度の高い鋼板表層部と温度の低い鋼板内部が、伝熱により板厚方向で同じ温度になるまでに要する時間である。これによれば、上述した冷却装置でロール圧下しながら冷却する場合は、ロール接触伝熱により鋼板表面を表裏同一に冷却できるから、板厚50mmの厚鋼板で、自然空冷での必要な均熱時間が20秒かかるところを約2秒間短縮することができる。その結果、熱処理時間の短縮化あるいはインダクター間距離を短くすることによる設備のコンパクト化が可能となる。

【0029】さらに、鋼板表層温度を強制的に低下させることにより、次のインダクターでの加熱の上昇分を大きく設定できるため、急速加熱を行うことも可能とな

る。

【0030】また、図3は厚鋼板のある幅方向位置における幅中央位置との鋼板温度の温度差の関係を調べた結果を示すもので、鋼板のエッジ部に近づくほど幅中央位置との鋼板温度差が大きくなるが、上下からロール圧下しながら冷却することで、ロール接触伝熱により、特にエッジ部に近づくほど幅方向温度差の低減効果が得られる。

【0031】図4は本発明の厚鋼板の熱処理装置の他の実施形態を示すもので、図4(a)は側面図、図4

(b)は図4(a)中のB-B線に沿う矢視図である。

【0032】図4の冷却装置は、上部エッジ冷却用および下部エッジ冷却用のロール8、9からなるピンチロールAを有している。前記上部エッジ冷却用ロール8は軸受け10a、10bに、前記下部エッジ冷却用ロール9は軸受け11a、11bに各々支持されている。また、前記軸受け10a、10bは昇降装置5に保持され、この昇降装置5により軸受け10a、10bを昇降させることにより上部エッジ冷却用ロール8を昇降させ、上部エッジ冷却用および下部エッジ冷却用のロール8、9間の間隔および上部エッジ冷却用ロールの圧下量を調整できるようにしている。また、昇降装置5は架構13に支持され、架構13は固定基部14上を、架構を鋼板幅方向に移動可能とする移動機構12により移動する。図4(b)は、板幅方向の片端部を示したものであるが、他の片端部も同様の構造を有している。

【0033】このようなピンチロールAは、直列に配置された複数台のインダクターの各出側に鋼板送り方向に1組以上配設される。ここでは1組配設しているが2組以上配設してもよい。なお、本実施形態では、内部水冷式押えロール1と内部水冷式のテーブルロール2とがインダクターの間にすだに対向配置されており、さらに上部エッジ冷却用および下部エッジ冷却用のロール8、9からなるピンチロールAが配置される。ピンチロールAは対向配置されている内部水冷式押えロール1と内部水冷式のテーブルロール2と後段のインダクターとの間に配置したが、前段のインダクターと対向配置されている内部水冷式押えロール1と内部水冷式のテーブルロール2との間に配置してもよい。

【0034】前記内部水冷式上部エッジ冷却用ロール8には軸受け10bを通じて冷却水が給水され、この冷却水は上部エッジ冷却用ロール8内部を流れてロールを冷却した後、軸受け10aより排水される。

【0035】また、前記内部水冷式下部エッジ冷却用ロール9にも軸受け11bを通じて冷却水が給水され、この冷却水は下部エッジ冷却用ロール9内部を流れてロールを冷却した後、軸受け11aより排水される。

【0036】前記昇降装置5a、5bは、上部エッジ冷却用ロール8を厚鋼板7のエッジ上部に押当て、上ロールと下ロールとで厚鋼板7をピンチングするためのもの

で、通常エアシリンダーで駆動される。

【0037】前記移動機構12は、架構13を幅方向に移動して、上部エッジ冷却用ロール8および下部エッジ冷却用ロール9が厚鋼板のエッジ部を板厚の2~5倍に相当する幅で拘束するためのものである。

【0038】次に、上記実施形態の厚鋼板の熱処理装置の動作および作用を説明する。

【0039】厚鋼板の焼入れ、焼鈍、焼戻しなどの熱処理プロセスにおいて、厚鋼板を直列式のインダクターで連続加熱する。

【0040】各インダクター出側に図4に示す内部水冷式のエッジ冷却用ロールを表面用、裏面用として対向して配置し、エッジ過加熱部分にのみエッジ冷却用ロールを接触させ、接触伝熱によりエッジ冷却を行う。

【0041】内部冷却式のエッジ冷却用ロールは、厚鋼板板幅に応じて幅方向に移動可能とし、厚鋼板のエッジ部を板厚の2~5倍に相当する幅で拘束することが好ましい。この時、エッジ冷却の範囲であるエッジ冷却用ロールと厚鋼板の板幅のラップ長さは、幅方向温度計で過加熱部分の幅を計測してもよいし、材料毎にラップ量を決めておいても構わないし、また2次元の熱伝導方程式を解いてエッジ部の過加熱部分を推定してもよい。接触伝熱で冷却するためロールの冷却を十分にに行い、材料に対し十分な温度差を確保しておくことが必要である。

【0042】本発明では、過加熱された鋼板を冷却することにより温度の均一化を図っているが、下記のようにインダクターの特性を工夫することで、幅方向を均一に加熱する方策も考えられる。しかしながら、いずれもデメリットを有し実現性に乏しい。

①板厚/浸透深さ(t/δ)を一定にするため、加熱される材料の板厚毎に加熱周波数を変更する。

【0043】製造範囲を大きくするには、共振周波数を変更するため、大容量誘導加熱装置のインピーダンス整合用の電力コンデンサー、インバータ発振電圧を変更する必要がある、装置設計が困難である。

②加熱周波数を変更できない場合、周波数の異なる加熱装置を多数用意する必要がある、インダクター台数が大幅に増えてしまう。また、合理的な配置ができなくなったり、複数の加熱周波数を組み合わせてエッジ温度分布を制御する場合は非常に複雑な計算を大量に行う必要がある、システムコストが上昇する。

③磁気集束子(フラックスダイバータ)等の補助コイルによるエッジ部分の減磁などは、インダクターを複雑な構造にするばかりかトータル加熱効率を低下させる。また大電力向きではない。

【0044】図6は本発明の厚鋼板の熱処理装置の他の実施形態を示すもので、図6(a)は正面図、図6

(b)は平面図である。

【0045】図6の冷却装置は、2本の厚鋼板端面冷却用縦ロール15を有している。前記縦ロール15は軸受

け 16a、16b に支持されている。前記軸受け 16a、16b は架構 13 に支持され、架構 13 は固定基部 14 上を、架構を鋼板幅方向に移動可能とする移動機構 12 により移動する。図 6 は、板幅方向の片端部を示したものであるが、他の片端部も同様の構造を有している。

【0046】前記内部水冷式厚鋼板端面冷却用堅ロール 15 には軸受け 16a を通じて冷却水が給水され、この冷却水は堅ロール 15 内部を流れてロールを冷却した後、軸受け 16b より排水される。

【0047】前記移動機構 12 は、架構 13 を幅方向に移動して、厚鋼板端面冷却用堅ロール 15 が厚鋼板 7 の端面に接するように押込むためのものである。

【0048】次に、上記実施形態の厚鋼板の熱処理装置の動作および作用を説明する。

【0049】厚鋼板の焼入れ、焼鈍、焼戻しなどの熱処理プロセスにおいて、厚鋼板を直列式のインダクターで連続加熱する。

【0050】各インダクター出側に図 6 に示す内部冷却式の厚鋼板端面冷却用堅ロールを厚鋼板端面に接触させて冷却する。

【0051】厚鋼板を誘導加熱する場合、図 5 によれば板の端面まで幅方向中央と同一浸透深さで加熱されることが判っている。これは、板端面では板幅方向、板厚方向の両方より加熱されるので、鋼板内のどの部分より温度が高いことを意味しており、過加熱を防止するために端面冷却が必要であることを示している。したがって、堅ロールを厚鋼板端面に接触させての抜熱は大きな効果が得られる。

【0052】図 6 に示す実施形態では、同時にこの堅ロールを 2 本以上鋼板進行方向に直列に並べ、厚鋼板端面を押さえてサイドガイドとしての役割（材料センタリング機能）をも持たせることができる。現実のインダクターにおいて、ソレノイド幅に対し十分に幅広な厚鋼板を加熱する場合、幅方向無限遠方条件が成立しないので、インダクター端部の磁束（幅方向および上下方向）も端部加熱に寄与することを考慮しなければならない。

【0053】図 7 は厚鋼板の両端部の磁路長が左右で異なるために鋼板に偏熱を生じることを示す説明図である。このような偏熱を防ぐためセンタリング機能が厚鋼板の誘導加熱において必要である。

【0054】以上述べたように、本発明では図 1 に示すような内部冷却式のテーブルロールと内部冷却式の押えロールを上下対向して設置した装置、図 4 に示すような内部冷却式の上下ロールからなるエッジ冷却用ピンチロールを設置した装置、および図 6 に示すような内部冷却式の厚鋼板端面冷却用堅ロールを設置した装置を、目的に応じて、組み合わせ用いてもよいし、単独で用いてもよい。

【0055】

【発明の効果】高効率な誘導加熱装置を用いて板厚方向および板幅方向の温度分布の均一化を図り、薄物から厚物まで、材料の加熱歪による変形、反り、蛇行を発生させないで加熱終了時点で板厚・板幅方向で極めて精度の良い一様加熱が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の厚鋼板の熱処理装置の一実施形態を示すもので、図 1 (a) は側面図、図 1 (b) は図 1

10 (a) 中の B-B 線に沿う矢視図

【図 2】厚鋼板の板厚と、その板厚を有する厚鋼板を均熱するのに必要な均熱時間との関係を示すグラフ

【図 3】厚鋼板のある幅方向位置と、幅中央位置での鋼板温度とある幅方向位置での鋼板温度の温度差との関係を調べた結果を示すグラフ

【図 4】本発明の厚鋼板の熱処理装置の他の実施形態を示すもので、図 4 (a) は側面図、図 4 (b) は図 4

(a) 中の B-B 線に沿う矢視図

20 【図 5】板断面コーナー部（板厚、板幅方向共に）も表層部分に誘導電流（回り込み電流）が発生することを示す説明図

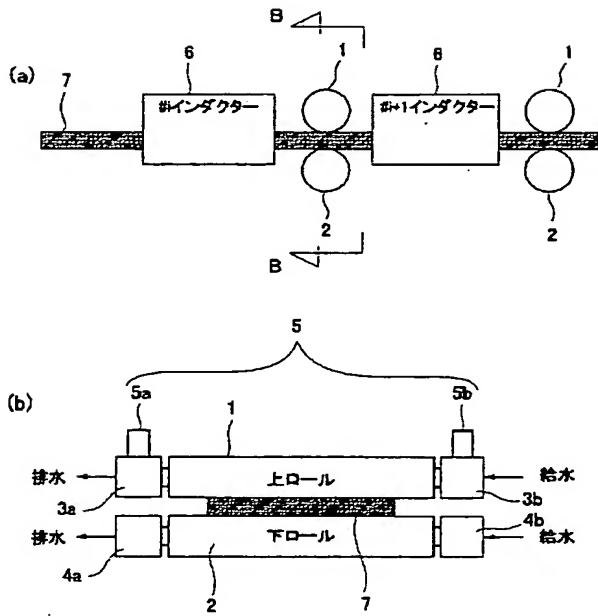
【図 6】本発明の厚鋼板の熱処理装置の他の実施形態を示すもので、図 6 (a) は正面図、図 6 (b) は平面図

【図 7】厚鋼板の両端部の磁路長が左右で異なるために鋼板に偏熱を生じることを示す説明図

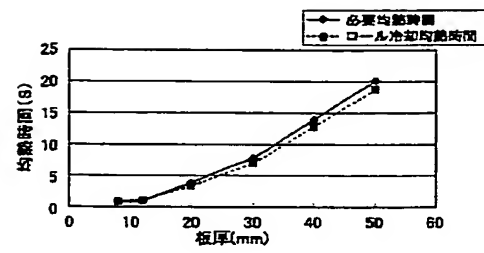
【符号の説明】

- 1 押えロール
- 2 テーブルロール
- 3 a 軸受け
- 3 b 軸受け
- 4 a 軸受け
- 4 b 軸受け
- 5 昇降装置
- 5 a 昇降装置
- 5 b 昇降装置
- 6 ソレノイド型誘導加熱装置（インダクター）
- 7 厚鋼板
- 8 エッジ冷却用ロール
- 9 エッジ冷却用ロール
- 40 10 a 軸受け
- 10 b 軸受け
- 11 a 軸受け
- 11 b 軸受け
- 12 移動機構
- 13 架構
- 14 固定基部
- 15 厚鋼板端面冷却用堅ロール
- 16 a 軸受け
- 16 b 軸受け

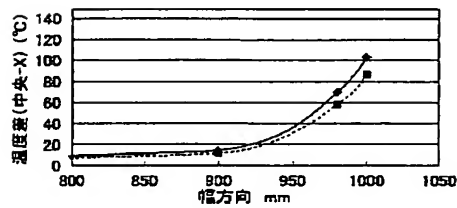
【図1】



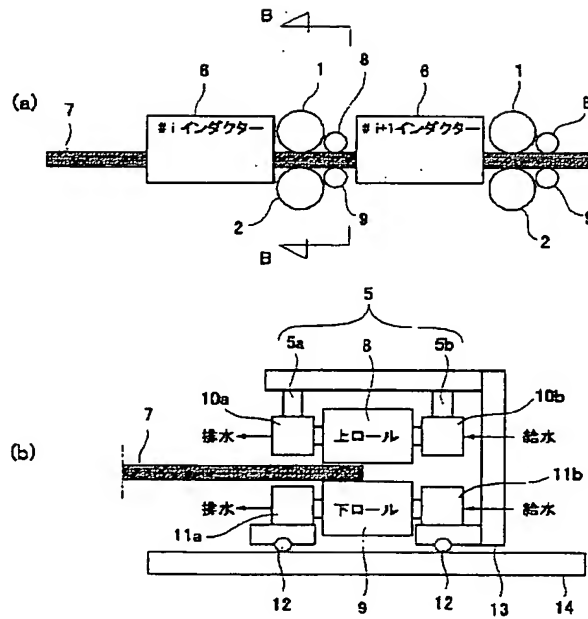
【図2】



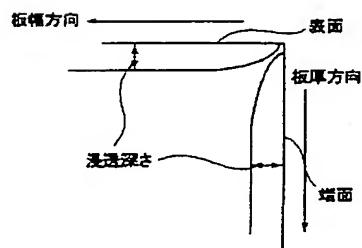
【図3】



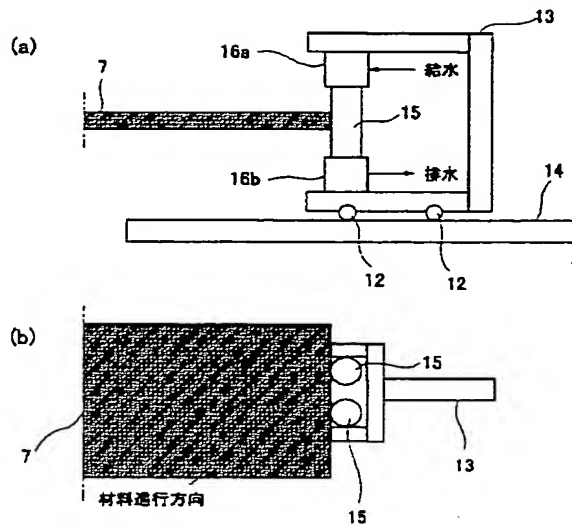
【図4】



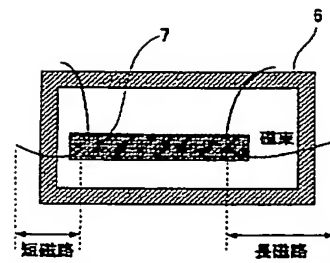
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 多賀根 章
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日
本鋼管株式会社内
(72)発明者 藤林 晃夫
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日
本鋼管株式会社内

(72)発明者 渡辺 厚
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日
本鋼管株式会社内
Fターム(参考) 3K059 AB19 AB26 AB28 AC33 AC37
AC51 AC54 AD05 AD34 CD52
CD64 CD75